

Е. А. Леонов, аспирант; А. С. Федоренчик, канд. техн. наук, доцент;  
А. В. Ледницкий, канд. экон. наук, доцент

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛНОДРЕВЕСНОСТИ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК

In article the technique is offered and density coefficients wood residues which are formed at carrying out of the clear cuttings are determined. Influence on value of the given density coefficients a breed structure and a method of stacking of wood residues is established. Practical recommendations on accommodation and formation of heaps of wood residues are given at their intermediate storage.

**Введение.** Несмотря на применение в промышленности новых материалов, древесина остается незаменимым сырьем, эффективность использования которой в Республике Беларусь далека от идеала. В то же время острый недостаток ископаемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) уже сейчас открывает новые перспективы использования древесной биомассы в энергетических целях.

Биомасса как топливо в республике используется давно, но широкого распространения не имеет. Эффект от ее использования получался только в местах образования отходов (нижние склады, цеха деревообработки и т. д.) [1]. Причиной этого являлось отсутствие комплексной системы машин для сбора, измельчения и транспортировки отходов лесозаготовок потребителям.

Ситуация стала меняться с принятием Правительством Республики Беларусь «Целевой программы обеспечения в Беларуси не менее 25% объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года». После чего отечественными предприятиями (СООО «Тигер», ОАО «Амкодор», РУП МТЗ) для обеспечения сырьем строящихся в республике мини-ТЭЦ был разработан ряд специализированных машин. Созданная отечественная техника позволила реализовать технологии, по которой одновременно с заготовкой деловой древесины осуществляется заготовка топливной древесины: тонкомерных деревьев и голья (сучья, ветви и вершинки).

Однако в Беларуси получение энергетического топлива в условиях лесосек ограничивается лишь заготовкой тонкомера, дровяной древесины или топливной щепы из нее. В то время как значительные объемы потенциально биотоплива из кроны по-прежнему остаются невостребованными. Одна из причин заключается в нерешенном на сегодняшний день вопросе по учету и складированию отходов лесозаготовок. Нет ответа по данному вопросу и в литературных источниках. В то же время решение поставленной задачи будет способствовать повышению эффективности заготовки древесного топлива, в том числе производить подбор

систем машин, рассчитывать рейсовые нагрузки, нормы выработки техники и т. д. на начальном уровне планирования производства.

**1. Анализ существующих классификаций и методик учета отходов лесозаготовок.** Вопрос учета отходов лесозаготовок до сих пор остается открытым из-за многообразия подходов к способам их классификации.

Так, проф. М. М. Орлов хворост, хмыз и ветки хвойных и лиственных пород делит на *толстый хворост от ствола, длинный хворост от ствола и от кроны и мелкую ветку от ствола и кроны*. Описание приведенных групп он не дает [2]. В связи с этим является неясным, как производить сортировку по данной классификации.

Классификация Н. А. Кошарновского значительно проще. Хворост он делит на три разряда, а хмыз – на две группы: *крупный* и *мелкий*. Однако и этот автор не указывает критерии, отнесения отходов лесозаготовок к той или иной группе [2].

Н. Г. Судьев делит хворост на две группы: *неочищенный толщиной в комле до 4 см и очищенный толщиной в комле до 4 см*, а хмыз (сучья, ветки и голье) объединяет с мелким неочищенным хворостом [3].

КарНИИЛП отходы лесозаготовок делит на три группы: *сучья диаметром 3–10 см, длиной 0,5–1,05 м, очищенные от кроны; вершины, тонкомерные хлысты диаметром 7–12 см, длиной 1–2 м; обломки хлыстов диаметром 12–24 см, длиной 1–1,5 м* [3].

Еще более общие классификации помещены в справочниках других авторов (А. А. Негревича, Б. И. Селибера и пр.). Нельзя найти ответ по исследуемому вопросу и в работах, посвященных учету лесных материалов В. С. Боярского и А. С. Матвеева-Мотина [2]. Отсутствие общепризнанной классификации лесосечных отходов, в свою очередь, затрудняет и получение достоверных результатов по их учету.

В настоящее время известны следующие методы учета отходов лесозаготовок.

Непрямая форма ветвей и сучьев затрудняет использование математических способов для их учета. Наиболее точные результаты могут быть получены при использовании *километрического метода*, но ввиду трудоем-

кости таких определений и относительной малоценности ветвей и сучьев данный вид учета не нашел широкого применения. Проф. В. К. Захаров предлагает использовать *ксилотрический способ* вместе с *весовым*.

Объем сучьев выражают в процентах от объема ствола на корню. Зарубежные исследователи Баур и Шиффель для определения объемов сучьев использовали способ видовых чисел сучьев ( $f_a$ ), полученных по результатам опытных исследований: по породам, ступеням толщины или высоты, протяженности кроны и связанному с ней коэффициенту формы  $q_2$  [2].

Для стволов дуба средней формы проф. Шустов предлагает принять одинаковый процент сучьев по ступеням толщины, изменяющийся лишь в зависимости от разряда высот.

Проф. А. В. Тюрин для осины процент сучьев вычислял в зависимости от величины ступени толщины [2].

Чешский исследователь Ф. Корсун выражал процент сучьев в зависимости от объема ствола [2].

В. В. Адамия вычислял процент сучьев в зависимости от полноты [4].

Одним из распространенных методов является учет отходов в складочной мере. Для перевода складочных кубических метров в плотные применяются переводные коэффициенты – коэффициенты полндревесности.

**2. Определение коэффициентов полндревесности отходов лесозаготовок при проведении рубок главного пользования.** Анализ существующих методик учета отходов лесозаготовок, позволяющих получить величину коэффициентов полндревесности, показал, что их значения находятся в широком диапазоне. При этом не отражается влияние на полндревесность складочных мер отходов породного состава, технологии образования и способа их укладки.

В этой связи примем за основу следующие определения понятий основных видов отходов лесозаготовок: хвороста, хмыза, ветвей и сучьев [2].

**Хворостом** мы называем стволы молодых деревьев и кустарников, пригодных для поделок и строительных целей, **хмызом** – те же стволы, но пригодные только на топливо. В отношении размеров к хворосту будем относить стволы длиной от 4 м для лиственных и от 5 м для хвойных пород при толщине их у комля больше 3 см. Все, что будет тоньше или короче приведенных размеров, будем относить к хмызу. Ветви, сучья и вершинки, обрубаемые при очистке толстых деревьев, будем называть **гольем**. Длина голья колеблется от 1 до 4 м, а толщина – от 2 до 6 см у нижнего отреза.

Более детальное рассмотрение образующихся отходов лесозаготовок по диаметру и

длине (размерно-качественным характеристикам) не требуется по причине их последующего измельчения на топливную щепу и сжигания.

**Методика проведения исследований.** Для решения поставленной задачи нами в производственных условиях лесозаготовок северной части Республики Беларусь (Вилейский и Шумилинский лесхозы) был проведен ряд экспериментальных исследований. Полндревесность лесосечных отходов определялась по выходу топливной щепы. Для этого из голья формировались кучи и штабели, максимально приближенные к производственным по форме и способу укладки. Каждая куча (штабель) отходов измерялась по основным габаритным размерам, на основании которых определялся складочный объем. После чего каждая из куч (штабелей) измельчалась на топливную щепу. Коэффициент полндревесности определяли по формуле

$$K = \frac{0,36 \cdot V_{щ}}{V_{отх}},$$

где 0,36 – коэффициент полндревесности свежесыпанной щепы;  $V_{щ}$  – объем щепы, нас. м<sup>3</sup>,  $V_{отх}$  – объем отходов, скл. м<sup>3</sup>.

Расчет полндревесности складочных мер голья проводился для трех групп пород: хвойных, лиственных и смешанных (хвойных и лиственных поровну) при проведении рубок главного пользования. Делалось это на том основании, что при проведенных исследованиях выявилась большая зависимость величины полндревесности от способа укладки куч, чем от древесной породы. О целесообразности объединения отходов в три группы говорит и тот факт, что в практике лесозаготовок отходы кроны выкладываются на лесосеках без сортировки по породам.

В качестве укладки (исходя из практики лесозаготовок) нами было определено три типичных варианта. Первый вариант предусматривает отходы, свободно уложенные вдоль трелевочного волока, при заготовке сортиментов скандинавским методом (рис. 1).



Рис. 1. Голье, уложенное вдоль трелевочного волока при разработке лесосеки по «скандинавской» технологии

Второй вариант предусматривает концентрацию отходов в виде валов на промежуточном складе (рис. 2).



Рис. 2. Голье на промежуточной площадке (у лесовозной дороги), уложенное в разнокомелицу

Третий вариант предусматривает концентрацию отходов, уложенных комлями в одну сторону на промежуточном складе (рис. 3).



Рис. 3. Голье на промежуточном складе (у лесовозной дороги), уложенное комлями в одну сторону

Для каждой группы голья при различной укладке проводилось три эксперимента. В качестве оборудования применялись две системы машин. В первую систему машин вошла прицепная рубильная машина МР-40, трактор МТЗ-1221 и автощеповоз МАЗ-551608-245Р, а во вторую – навесная рубильная машина СН 260 НФ, МТЗ-1221 и грузовой автомобиль ЗИЛ-130 (рис. 4, 5).

Погрузка, вывозка голья из лесосеки на промежуточный склад, а также формирование куч промежуточного хранения производилась широко применяемыми погрузочно-транспортными машинами (рис. 6).



Рис. 4. Измельчение голья системой машин «МТЗ-1221+МР-40 – МАЗ-551608-245Р»



Рис. 5. Измельчение голья системой машин «МТЗ-1221+СН 260 НФ – ЗИЛ-130»



Рис. 6. Погрузка голья МТПЛ-5-11

Применение данной техники обусловлено ее распространением на предприятиях, высокой технологической гибкостью, возможностью модульного построения технологических процессов.

На основании проведенных исследований получен ряд коэффициентов полнодревесности, представленных в таблице.

Коэффициенты полндревесности лесосечных отходов (голя)

Способ укладки голя	Коэффициент полндревесности, К		
	голье хвойное	голье смешанное (хвойное и лиственное поровну)	голье лиственное
Уложено свободно вдоль трелевочного волока	0,056	–	–
в разнокомелицу на промежуточном складе	0,066	0,067	0,070
направленно на промежуточном складе	0,088	0,094	0,100

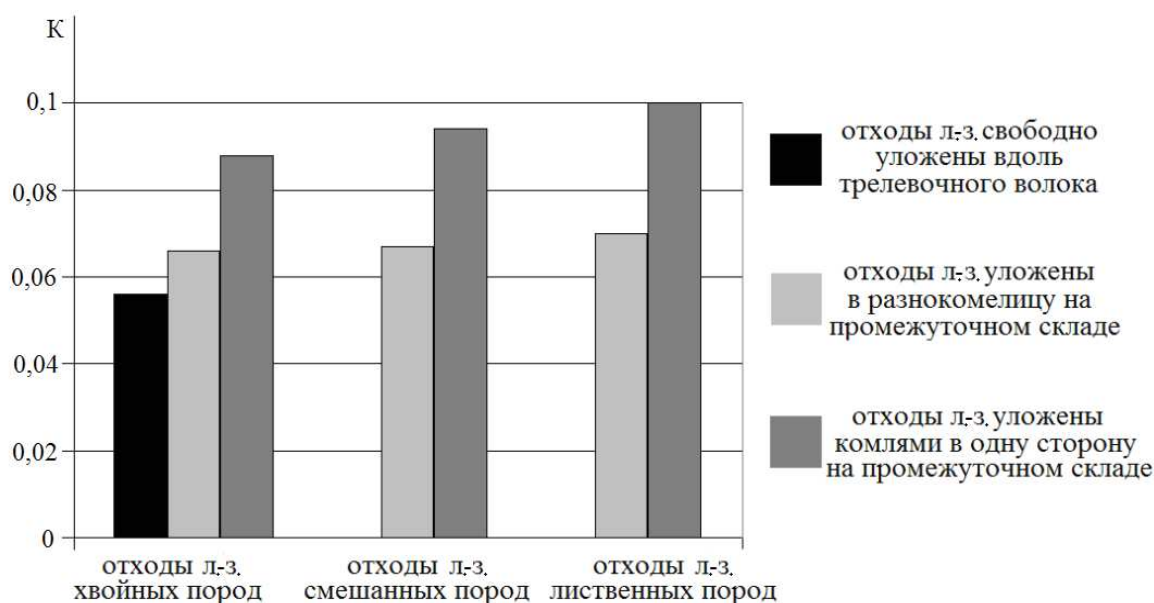


Рис. 7. Сравнительная характеристика коэффициентов полндревесности лесосечных отходов

Сравнительная характеристика коэффициентов полндревесности лесосечных отходов при проведении рубок главного пользования представлена на рис. 7.

**Выводы.** 1. В таблице показано, что коэффициенты полндревесности отходов лесозаготовок лиственных пород больше хвойных в среднем на 10%.

2. На по шю древесно сть го ля в значительной мере влияет способ укладки и степень уплотнения. Направленный способ укладки и послойное уплотнение голя при транспортировке погрузочно-транспортными машинами увеличивают полндревесность голя на 20–30%.

3. Формирование куч голя направленным способом целесообразно при его измельчении рубильной машиной с ручной загрузкой. При этом высота формируемых куч не должна превышать 1,8–2,0 м.

4. Формирование куч голя является производным при его измельчении рубильной ма-

шиной с механизированной загрузкой. При этом высота формируемых куч ограничивается вылетом гидроманипулятора.

#### Литература

1. Вавилов, А. В. Ресурсосберегающие технические средства для топливообеспечения энергетических установок на биомассе / А. В. Вавилов. – Минск: Стринко, 2006. – 182 с.
2. Изюмский, П. П. Таксация тонкомерного леса / П. П. Изюмский. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – 88 с.
3. Судьев, Н. Г. Лесохозяйственный справочник для лесозаготовителя / Н. Г. Судьев, Б. Н. Новиков, Л. Н. Рожин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная пром-сть, 1989. – 328 с.
4. Захаров, В. К. Лесная таксация / В. К. Захаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная пром-сть, 1967. – 406 с.
5. Брик, М. И. Технологическая щепка / М. И. Брик, Б. А. Васильев. – М.: Лесная пром-сть, 1975. – 208 с.